

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-123509

(43)Date of publication of application : 11.05.1999

(51)Int.Cl.

B22D 11/10
B22D 41/50

(21)Application number : 09-288074

(71)Applicant : SHINAGAWA REFRACT CO LTD

(22)Date of filing : 21.10.1997

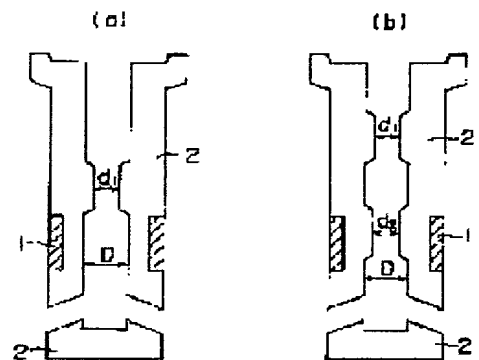
(72)Inventor : NOMURA OSAMU
TAKAI MASAMICHI
HORIUCHI TOSHIO
IIIDA EIJI
YANAGAWA HIROMI

(54) IMMERSION NOZZLE FOR CONTINUOUS CASTING

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent the clogging of a nozzle caused by stickiness of alumina and to restrain the drift of molten steel in the nozzle by specifying the diameters or cross sectional areas in the inner hole at each part of the nozzle having the stepping structure and formed of a refractory containing a specific content of graphite based on the molten steel passing quantity.

SOLUTION: A part of the nozzle body 2 being in contact with the molten steel is formed of the refractory containing 5-40 wt.% graphite. Further, such conditions that the min. inner diameter D (mm) of a part having no stepping structure in the inner hole part of the nozzle to the molten steel passing quantity M (ton/min) is $30D \leq 100$, $1 \leq M \leq 7.5$ and $6.25M + 12.5 \leq D \leq 6.25M + 65$ or this min. cross sectional area $S1$ (cm²) is $2.66 \leq S1 \leq 8.86$, $1 \leq M \leq 7.5$ and $0.55M + 1.11 \leq S11/2 \leq 0.55M + 5.76$, are satisfied. Furthermore, such conditions that the area ratio $S2$ (cm²) of the discharging hole of the nozzle to the molten steel passing quantity M (ton/min) is $60 \leq S2 \leq 180$, $1 \leq M \leq 7.5$ and $21.25M - 67.50 \leq S2 \leq 21.25M + 28.75$, are satisfied.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 14.09.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3207793

[Date of registration] 06.07.2001

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

BEST AVAILABLE COPY

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-123509

(43) 公開日 平成11年(1999) 5月11日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	F I	
B 2 2 D 11/10	3 3 0	B 2 2 D 11/10	3 3 0 A
			3 3 0 S
41/50	5 2 0	41/50	5 2 0

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平9-288074

(22) 出願日 平成9年(1997)10月21日

(71) 出願人 000001971

品川白煉瓦株式会社

東京都千代田区大手町2丁目2番1号

(72) 発明者 野村 修

岡山県邑久郡長船町952-6

(72) 発明者 高井 政道

岡山県邑久郡長船町1165-10

(72) 発明者 堀内 俊男

岡山県備前市伊部1931

(72) 発明者 飯田 栄司

福島県いわき市常盤関船町迎10

(72) 発明者 柳川 浩洋

岡山県倉敷市西富井1317-5

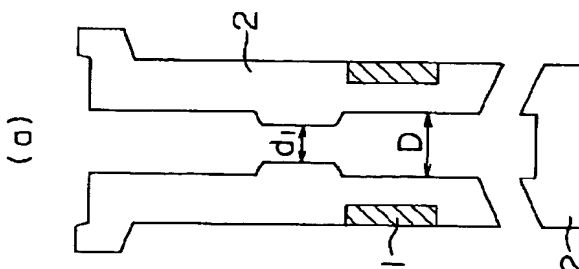
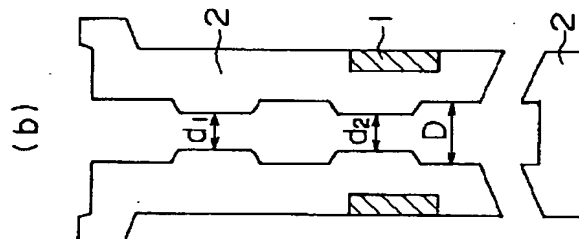
(74) 代理人 弁理士 曾我 道照 (外6名)

(54) 【発明の名称】 連続鋳造用浸漬ノズル

(57) 【要約】

【課題】 本発明の目的は、アルミナ付着による浸漬ノズルの閉塞を防止すると共に、浸漬ノズル内の溶鋼偏流を抑制することができる浸漬ノズルを提供することにある。

【解決手段】 本発明の連続鋳造用浸漬ノズルは、溶鋼と接する部分を構成する耐火材料が5重量%を超え40重量%以下の黒鉛を含有してなり、ノズル内孔部に一段あるいは複数の段差構造を有する連続鋳造用浸漬ノズルにおいて、(1)溶鋼通過量M(トン/分)に対してノズル内孔部の段差構造のない部位の最小内径D(mm)が特定の関係にあること及び/または(2)溶鋼通過量M(トン/分)に対してノズル内孔部の段差構造のない部位の最小横断面積S1(cm²)が特定の関係にあることを特徴とする。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 溶鋼と接する部分を構成する耐火材料が 5 重量%を超え 40 重量%以下の黒鉛を含有してなり、ノズル内孔部に一段あるいは複数の段差構造を有する連続 casting 用浸漬ノズルにおいて、下記の条件(1)及び/または(2)を満足することを特徴とする段差付き連続 casting 用浸漬ノズル：

(1) 溶鋼通過量 M (トン/分) に対してノズル内孔部の段差構造のない部位の最小内径 D (mm) が以下の関係にあること：

【数 1】

$$30 \leq D \leq 100$$

$$1 \leq M \leq 7.5$$

$$6.25M + 12.5 \leq D \leq 6.25M + 65$$

(2) 溶鋼通過量 M (トン/分) に対してノズル内孔部の段差構造のない部位の最小横断面積 S (cm^2) が以下の関係にあること：

【数 2】

$$2.66 \leq \sqrt{S} \leq 8.86$$

$$1 \leq M \leq 7.5$$

$$0.55M + 1.11 \leq \sqrt{S} \leq 0.55M + 5.76$$

【請求項 2】 溶鋼通過量 M (トン/分) に対するノズル吐出孔の断面積 S_2 (cm^2) が下記の条件を満足する、請求項 1 記載の段差付き連続 casting 用浸漬ノズル：

【数 3】

$$60 \leq S_2 \leq 180$$

$$1 \leq M \leq 7.5$$

$$21.25M - 67.50 \leq S_2 \leq 21.25M + 58.75$$

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、連続 casting 用浸漬ノズル(以下、単に「浸漬ノズル」と記載する)に関し、更に詳細には、アルミナ閉塞を防止すると共に、浸漬ノズル内の溶鋼偏流を抑え、鋳片品質の向上を図ることができる段差付き浸漬ノズルに関するものである。

【0002】

【従来の技術】 浸漬ノズルはタンディッシュからモールドに連結されて使用される耐火物であり、溶鋼の酸化防止、モールド内での溶鋼流量制御、スラグ巻き込み防止等の働きがある。従来、これらの浸漬ノズルとしてはアルミナ-黒鉛質あるいはアルミナ-溶融石英-黒鉛質の耐火材料が一般的に使用されてきた。

【0003】 しかし、このような耐火材料よりなる浸漬ノズルを使用してアルミキルド鋼を casting した場合、溶鋼中の酸化物系介在物が浸漬ノズル内面に付着、堆積してしばしば閉塞する現象があり、連続 casting 作業の大きな障害となっている。

【0004】 また、一般的に取鍋からモールドへ溶鋼を注入する場合の流量制御はスライドゲートを用いて行う

ことが多い。このスライドゲートは常時全開で使用されるわけではなく、通常は絞った状態で使用され、このような場合、スライドゲート下部では溶鋼の偏流が生じ、浸漬ノズル内においてもこの溶鋼偏流は解消されない。このような溶鋼偏流が発生するとノズルの吐出孔からの溶鋼流に片流れ現象が生じて鋳型内流動に悪影響を及ぼし鋳片欠陥の増加やブレークアウト等の操業阻害をもたらす。また、溶鋼偏流が発生するとアルミナ付着も生じ易くなる。

10 【0005】 このような浸漬ノズルの閉塞や溶鋼偏流防止のために、これまでに種々の対策が採られてきた。例えば、アルミナ付着防止に対して最も効果的なのは浸漬ノズルや上ノズル等からのガス吹きであり、広く普及している。しかし、この方法はガス気泡によるピンホール欠陥が生じ易いという欠点がある。

【0006】 材質面でのアルミナ付着防止対策としては、浸漬ノズル内孔部に $\text{CaO}-\text{ZrO}_2-\text{C}$ 系材質を配設する手法が一般的である。これは溶鋼中のアルミナとカルシウムジルコネート中の CaO とを反応させて低融点化合物を生成させて付着防止を図る方法である。例えば、特公平 2-23494 号公報には、重量比で CaO を 16~35 重量%、元素周期律表の III 族元素の酸化物から選ばれた 1 種または 2 種以上を 0.5~5 重量%、鋳物組成として CaZrO_3 を主成分とするカルシウムジルコネート系クリンカー 20~95 重量%、黒鉛 5~50 重量%、金属シリコン 1 重量%以下からなる混合物に有機バインダーを添加し成形後、非酸化性雰囲気中で焼成することを特徴とする ZrO_2-CaO 含有連続 casting 用浸漬ノズルの製造方法が開示されている。該公報

20

30

に記載された方法により得られた浸漬ノズルもアルミナ付着防止に対して効果が認められるが、内孔部の溶損が大きい、熱スポールに弱い等の欠点を有している。

【0007】 最近では、内孔部にカーボンを含む耐火材料を配設してアルミナ付着防止を図る手法が開発されている。例えば、特開平 3-243258 号公報には、タンディッシュ内溶鋼を鋳型内に連続注入するための浸漬ノズル及びこの浸漬ノズルの上部に接続される中間ノズルの一方または両方の内面を、(a) 5 重量%を超える SiO_2 を含まず、 Al_2O_3 が 90 重量%以上のカーボンレス高アルミナ質耐火物；(b) 5 重量%を超える SiO_2 を含まず、 MgO が 90 重量%以上のカーボンレス高マグネシア質耐火物；(c) 5 重量%を超える SiO_2 を含まず、 ZrO_2 が 90 重量%以上のカーボンレス高ジルコニア質耐火物のいずれか 1 種または 2 種以上を組み合わせた耐火物材料で構成した連続 casting 用ノズルが開示されている。

【0008】 また、特開平 5-154628 号公報には、アルミナ含有量 99 重量%以上のアルミナクリンカーを主成分とし、アルミナ含有量が 70 重量%以上、カーボン含有量が 1 重量%未満、シリカ含有量が 1 重量%

未滴の耐火物組成を有し、かつ、0.21mm以下の粒度が20～70%を占める粒度構成を有する連続铸造用ノズル内孔部が開示されている。

【0009】更に、特開平8-57601号公報には、本体をカーボン源を含有する耐火材料によって形成し、溶鋼が通過する部位及び溶鋼と接触する部位をカーボン源を含有しない耐火材料によって被覆した連続铸造用ノズルにおいて、前記カーボン源を含有しない耐火材料による被覆部位が内孔直胴部、内孔下底部、吐出孔部及び溶鋼に浸漬する外周部であり、前記被覆部位がカーボン源を含有しない耐火材料の円筒状体によって形成され、且つ、前記円筒状体が前記直胴部では0.5～2.0mm厚の目地を介して、また、前記内孔下底部及び吐出孔部では1～5mm厚の目地を介して設けられていることを特徴とする連続铸造用ノズルが開示されている。

【0010】これらの公報に開示されている浸漬ノズルは、浸漬ノズルを構成する耐火材料中からカーボンを除去する、あるいは極少量なくすることにより、カーボンと耐火材料の反応による酸性化ガスの発生を抑制し、鋼中のAlの酸化を抑えて Al_2O_3 の生成を防止するものである。これらの浸漬ノズルも Al_2O_3 付着防止に効果があり、実炉での使用例も増加している。しかし、これらの浸漬ノズルを用いても、溶鋼中介在物が非常に多い非清浄鋼を铸造したり、多連铸化が進むと Al_2O_3 の付着を生ずるという欠点がある。

【0011】また、構造的な面で見ると、内孔部段差付き浸漬ノズルの使用によるアルミナ付着防止手法がある。例えば実公昭59-22913号公報には、上方ノズル内径より下方ノズル内径が大きく、その境界に3～30mmの段差面を有し、且つ、ノズル内壁部及び/または溶融金属浸漬部全体に亘りボロンナイトライドを含有する材質を配設したことを特徴とする連続铸造用浸漬ノズルが開示されている。

【0012】また、実公平7-23091号公報には、連続铸造用浸漬ノズルの溶鋼流通孔に複数の段差部を設け、前記溶鋼流通孔が本管内径dに対して前記段差部内径が $d_1 > d_2 > d_3 > d_4$ であり、該段差部 $d_1 \sim d_3$ それぞれの間に本管内径dを配設してなる連続铸造用複数段差付浸漬ノズルが開示されている。

【0013】これらの浸漬ノズルもアルミナ付着防止に対して効果的であるが、溶鋼種類や铸造条件によっては効果がない場合もある。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】従って、本発明の目的は、上記で示すような従来の技術では解決することができないアルミナ付着による浸漬ノズルの閉塞を防止すると共に、浸漬ノズル内の溶鋼偏流を抑制することができる浸漬ノズルを提供することにある。

【0015】

【課題を解決するための手段】本発明者らは、上記課題

について鋭意検討の結果、ノズル内孔部に一段あるいは複数の段差構造を有する連続铸造用浸漬ノズルにおいて、溶鋼通過量M(トン/分)に対するノズル内孔部の段差構造のない部位の最小内径D(mm)、ノズル内孔部の段差構造のない部位の最小横断面積 $S1(cm^2)$ 及び吐出孔の断面積 $S2(cm^2)$ の範囲を適正化することにより、上記課題を解決できることを見出した。

【0016】即ち、本発明の段差付き連続铸造用浸漬ノズルは、溶鋼と接する部分を構成する耐火材料が5重量%を超え40重量%以下の黒鉛を含有してなり、ノズル内孔部に一段あるいは複数の段差構造を有する連続铸造用浸漬ノズルにおいて、下記の条件(1)及び/または(2)を満足することを特徴とする：

(1)溶鋼通過量M(トン/分)に対してノズル内孔部の段差構造のない部位の最小内径D(mm)が以下の関係にあること：

【数4】

$$30 \leq D \leq 100$$

$$1 \leq M \leq 7.5$$

$$6.25M + 12.5 \leq D \leq 6.25M + 65$$

(2)溶鋼通過量M(トン/分)に対してノズル内孔部の段差構造のない部位の最小横断面積 $S1(cm^2)$ が以下の関係にあること：

【数5】

$$2.66 \leq \sqrt{S1} \leq 8.86$$

$$1 \leq M \leq 7.5$$

$$0.55M + 1.11 \leq \sqrt{S1} \leq 0.55M + 5.76$$

【0017】

【発明の実施の形態】本発明の段差付き浸漬ノズルの実施態様を図1に示す。本発明の段差付き浸漬ノズルは、パウダーライン部(1)及びノズル本体(2)から構成されている。図1(a)及び(b)に示すように浸漬ノズルの内孔部に段差構造を設けると、段差構造の効果により浸漬ノズル内孔部での偏流を防止して管内流速を均一化することができるため、著しく流速の遅い部分が解消される。なお、ストレート形状の浸漬ノズルでは、一般的に側面側の流速が遅く、その部分でアルミナ付着が進行し易いが、段差構造を設けることによりこのようなアルミナ付着を防止できる。ここで、図1(a)及び(b)においては、段差構造が一段及び二段の浸漬ノズルを示したが、段差構造の数は、特に限定されるものではなく、三段以上の複数段で形成することが可能である。なお、偏流防止効果、アルミナ付着防止効果を高めるためには複数の段差構造を設けることが好ましい。

【0018】ところで、従来、浸漬ノズルのノズル本体を構成する耐火材料(例えばアルミナ-黒鉛質耐火物等)で段差構造を形成した場合、特に、溶鋼流量が少ない場合や溶鋼の流速が遅いと段差構造の効果が少なく、段差付き浸漬ノズルを使用してもアルミナ付着を生じること

がある。

【0019】本発明では、この点を解決するために、ノズル内孔部に一段あるいは複数の段差構造を有する連続鋳造用浸漬ノズルにおいて、溶鋼通過量M(トン/分)に対するノズル内孔部の段差構造のない部位の最小内径D(mm)、ノズル内孔部の段差構造のない部位の最小横断面積 $S_1(\text{cm}^2)$ 及び吐出孔の断面積 $S_2(\text{cm}^2)$ の範囲を適正化した。

【0020】本発明の段差付き浸漬ノズルにおいて、段差構造を有する部位の内径d(mm)は、浸漬ノズル内孔部位の段差構造のない部位の最小内径をD(mm)とした時に、

$$\text{【数6】 } D-2.4 \leq d \leq D-6$$

の範囲内にあることが望ましい。

【0021】また、段差構造を複数個設ける場合、各段差構造の内径は、浸漬ノズルの上部側の段差構造から

$$\text{【数7】 } D \geq d_1 \geq d_2 \geq \dots \geq d_n$$

であるが、より好ましくは

$$\text{【数8】 } D > d_1 > d_2 > \dots > d_n$$

である。

【0022】この時、浸漬ノズル内孔部の段差構造のない部位の最小内径D(mm)は、浸漬ノズル内の溶鋼通過量M(トン/分)と相関があり、Mを大きくとる必要がある場合にはDも大きくする必要があり、Mが小さくても良い場合には、Dも小さくすることができる。この場合、DがMに対して大き過ぎるとアルミナ付着が生じ易い傾向にある。このことは、段差構造のないストレート形状の浸漬ノズルで顕著であるが、段差付き浸漬ノズルを使用した場合においても同様のことが言え、Dが大き過ぎるとアルミナ付着防止効果が著しく低減する。

【0023】そこで、本発明者らは鋭意検討を行った結果、浸漬ノズルの内孔部に段差構造を有する浸漬ノズルにおいて、MとDが次の式を満たす範囲にある場合、アルミナ付着によるノズル閉塞の防止効果が更に高まることを見出した：

【数9】

$$30 \leq D \leq 100$$

$$1 \leq M \leq 7.5$$

$$6.25M + 12.5 \leq D \leq 6.25M + 65$$

この条件を満たす場合に、浸漬ノズルの管内流速の均一性が増し、アルミナ付着防止効果が高くなる。なお、この時、 $D < 30$ 、 $D > 100$ 、 $M < 1$ 及び $M > 7.5$ の条件は現実的ではなく、本発明の範囲として適していない。

【0024】また、本発明の段差付き浸漬ノズルの形状は、内孔部の横断面形状が必ずしも円形である必要はなく、例えば浸漬ノズル上部側の横断面形状が円形であり、下部側の横断面形状が楕円またはその他の形状を有する構造とすることもできる。更に、浸漬ノズルの内孔部全体の横断面形状を非円形とすることもできる。この

ような場合、浸漬ノズルの内孔部の段差構造を有する部位の横方向の最小断面積 $S_1(\text{cm}^2)$ が次の関係を満たすことが好ましい：

【数10】

$$2.66 \leq \sqrt{S_1} \leq 8.86$$

$$1 \leq M \leq 7.5$$

$$0.55M + 1.11 \leq \sqrt{S_1} \leq 0.55M + 5.76$$

この条件を満たす場合、浸漬ノズルの管内流速の均一性が増し、アルミナ付着防止効果が高まる。なお、この時、

【数11】

$$\sqrt{S_1} < 2.66, \sqrt{S_1} > 8.86, M < 1 \text{ 及び } M > 7.5$$

の範囲は現実的ではなく、本発明の範囲としては適していない。そして、浸漬ノズルの内孔部の段差構造のない部位の横断面方向における最小内径をD(mm)としたとき、段差構造を有する部位の内径d(mm)は、

$$\text{【数12】 } D-2.4 \leq d \leq D-6$$

の範囲であることが望ましい。

20 【0025】なお、上記場合には、横断面形状が非円形であるため、内径D及びdは各横断面で最も長さが長い部分の数値を表すものとする。

【0026】また、本発明の段差付き浸漬ノズルにおいて、溶鋼通過量M(トン/分)に対して吐出孔の断面積を適正化することによってもアルミナ付着を大きく低減することができる。通常、浸漬ノズルへのアルミナ付着は浸漬ノズルの内孔直胴部のみでなく、吐出孔周りへの付着も多いのが特徴であり、むしろこの部分への付着が律速になっている例が多い。これは浸漬ノズル下端の吐出孔近傍で溶鋼流速が低下し、淀みが生じたり、溶鋼偏流が起きるためと考えられるが、一般的には吐出孔の断面積が大きい程アルミナ付着は顕著である。

【0027】本発明の段差付き浸漬ノズルにおいては、吐出孔の断面積 $S_2(\text{cm}^2)$ を次の関係を満たすように設定した場合、アルミナ付着を大きく低減することができる：

【数13】

$$60 \leq S_2 \leq 180$$

$$1 \leq M \leq 7.5$$

$$21.25M - 67.50 \leq S_2 \leq 21.25M + 58.75$$

この条件を満たす場合、吐出孔からの吐出流速の均一性が増してアルミナ付着防止効果が高まる。この時、 $S_2 < 60$ 、 $S_2 > 180$ 、 $M < 1$ 及び $M > 7.5$ の範囲は現実的ではなく、本発明の範囲外である。

【0028】なお、本発明における吐出孔の断面積 $S_2(\text{cm}^2)$ は、図2(a)で示すような吐出孔の軸方向に対して垂直な面での断面積(A-A'での断面積)を示し、吐出孔が複数ある場合は各吐出孔の断面積の総和を示すものである。また、吐出孔が外側に向かって広がっている形状の場合は、図2(b)で示すように軸方向に対して

最も断面積が広がる部分での面積(B-B'での断面積)を表している。なお、図2(b)は外側に向かって広がっている形状の吐出孔を有する段差付き浸漬ノズルを下端部から見た図である。

【0029】ここで、吐出孔の断面形状については、角型、丸型等があるが、特に限定するものではない。

【0030】また、本発明の段差付き浸漬ノズルにおいて、段差構造を有する部位の長さ及び配設位置は特に限定されるものではないが、段差構造が一段の場合には、その配設位置として浸漬ノズルの中央部が好ましい。

【0031】更に、浸漬ノズルの底部の形状についても特に限定するものではないが、通常用いられている山型やプール型の形状を好適に用いることができる。

【0032】また、本発明の段差付き浸漬ノズルを構成する耐火材料としては、従来用いられている黒鉛-アルミナ質あるいは黒鉛-熔融石英質材料等を好適に使用することができる。勿論、黒鉛以外の材料としては、アルミナ、熔融石英だけではなく、ムライト、ジルコニア、スピネル、ジルコニア-ムライト等の酸化物を使用することも可能である。更に、少量の添加物として、炭化珪素、炭化硼素、金属Si等を加えても良い。なお、本発明の段差付き浸漬ノズルを構成する耐火材料において、黒鉛は5重量%を超え40重量%以下、好ましくは10～35重量%の量で配合されている。

【0033】次に、本発明の段差付き浸漬ノズルの製造*

表1

		本発明品			比較品	
		1	2	3	1	2
段差数		1	2	2	段差なし	2
段差構造のない部位の最小内径D(mm)		75	75	70	75	90
段差部内径(mm)	d1	65	63	60	—	80
	d2	—	63	58	—	78
段差長さ(mm)	h1	150	100	100	—	100
	h2	—	100	100	—	100
吐出孔断面積S2(cm ²)		98	98	98	98	98
溶鋼通過量Mと段差構造のない部位の最小内径Dの関係		範囲内	範囲内	範囲内	—	範囲外

【0036】なお、表1中のd1、h1は上部段差構造の内径及び長さを表し、d2、h2は下部段差構造の内径及び長さを表す。

【0037】本発明品1～3及び比較品1～2の浸漬ノズルを用いて鋳造テストを行った後、浸漬ノズルを回収してアルミナ付着状況を確認した。鋳造テストに用いた連鋳機は単ストランドタイプであり、鋳造した鋼の平均組成は、C：約0.01重量%、Mn：約0.03重量%、Al：約0.04重量%、N：約0.003重量%を有するものであった。また、鋳造テストを行った連鋳機において、溶鋼通過量Mは平均3.5トン/分であり、

* 方法は、特に限定されるものではないが例えば次のようにして製造することができる。まず、酸化物、黒鉛等から構成される耐火材料にバインダーを添加し、ウェットパン等のミキサーを用いて混練して成形用混練物を得る。次に、これらの混練物を成形用枠の中に充填し、その後、CIP成形、機械プレス等により成形を行う。得られた成形体は乾燥し、続いて非酸化性雰囲気中で焼成する。焼成後、必要に応じて加工して最終形状とする。

【0034】

10 【実施例】次に、本発明の実施例及び比較例を挙げて本発明を更に説明するが、本発明は以下の実施例に限定されるものではないことを理解されたい。

実施例1

以下の表1に記載する本発明品及び比較品の浸漬ノズルを製作し、実炉での鋳造テストを行った。製作した浸漬ノズルの形状を図3に示す。図3(a)は本発明品1の形状を表し、図3(b)は本発明品2及び3並びに比較品2の形状を表し、図3(c)は比較品1の形状を表す。なお、ノズル本体(2)の耐火材料にはアルミナ50重量%、黒鉛30重量%及び熔融石英20重量%の組成を有するものを使用し、パウダーライン部(1)には、ジルコニア85重量%及び黒鉛15重量%の組成を有する耐火材料を使用した。

【0035】

【表1】

40 この溶鋼通過量でもアルミナ付着を防止できるように、本発明品の浸漬ノズルの段差構造のない部位の最小内径Dを設定した。一方、比較品の浸漬ノズルにおいては、比較品1では、段差構造なしの構成とし、比較品2では浸漬ノズルの最小内径Dが本発明の範囲外となるように設定した。また、吐出孔の断面積S2は本発明品、比較品共本発明の範囲内となるように設定した。回収した浸漬ノズルは縦方向に切断し、図3(a)～(c)に示すE、F、G及びHの4点でアルミナ付着厚を測定した。表2に鋳造テスト条件及びアルミナ付着厚を記載する。

【0038】

【表2】

表2

		チャージ 数	鋳造時間 (分)	溶鋼通過量 M(t/分)	アルミナ付着厚(mm)			
					E	F	G	H
テスト1	本発明品1	4	210	3.3	4	3	2	2
テスト2	比較品1	4	205	3.5	16	14	10	10
テスト3	本発明品2	4	200	3.7	2	2	1	1
テスト4	比較品2	4	215	3.6	12	10	8	6
テスト5	本発明品3	4	198	3.7	2	1	1	0

【0039】鋳造テストの結果、本発明品の段差付き浸漬ノズルのアルミナ付着量は非常に少なく、効果の大きいことが確認された。また、比較品1のストレートタイプの浸漬ノズルの場合には、内孔部全体にわたりアルミナ付着量が多くなった。また、比較品2のようにMとDの関係が本発明の範囲外であると、アルミナ付着量が多くなった。

【0040】実施例2

以下の表3に記載する本発明品及び比較品の浸漬ノズルを製作し、実炉での鋳造テストを行った。製作した浸漬ノズルの形状を図4に示す。本発明品4は、図4(a)に示すような二段の段差構造を有し、内孔部の下部が非円形の断面形状の段差付き浸漬ノズルであり〔図4(c)は図4(a)のA-A'断面図であり、図4(d)は図4(a)のB-B'断面図である〕、本発明品5は、図4(b)に示すような一段の段差構造を有し、内孔部の下部が楕円形形状の浸漬ノズルである〔図4(e)は図4(b)のA-A'断面図であり、図4(f)は図4(b)のB-B'断面図である〕。比較品3は、本発明品5と同一形状を有しているが、溶鋼通過量Mに対する浸漬ノズルの最小横断面積S1が本発明の範囲外のものである。なお、ノズル本体(2)の耐火材料には、アルミナ62重量%、ジルコニアムライト14重量%、黒鉛24重量%の組成を有するものを使用し、パウダーライン部(1)の耐火材料には、ジルコニア83重量%、黒鉛17重量%の組成を有するものを使用した。

【0041】

【表3】

表4

		チャージ 数	鋳造時間 (分)	溶鋼通過量 M(t/分)	アルミナ付着厚(mm)		
					I	J	K
テスト1	本発明品4	4	215	4.1	3	3	1
テスト2	本発明品5	4	202	4.3	4	3	1
テスト3	比較品3	4	210	4.1	12	10	8

【0045】本発明品4及び5の浸漬ノズルの内孔部へのアルミナ付着量は少なく、内孔部が非円形の断面形状を有する場合においても、本発明の段差付き浸漬ノズルのアルミナ付着防止効果が高いことが判明した。一方、比較品3の浸漬ノズルのように溶鋼通過量Mと最小横断面積S1の関係が本発明の範囲外であると、アルミナ付着防止効果が少ないことが確認された。

表3

		本発明品		比較品
		4	5	3
段差数		2	1	1
最小横断面積 S 1 (cm ²)		42	50	70
段差部内径 D (mm)	d1	63	70	84
	d2	63	—	—
段差長さ (mm)	h1	100	150	150
	h2	80	—	—
吐出孔断面積 S 2 (cm ²)		98	98	98
溶鋼通過量 M と段差構造のない部位の最小横断面積 S 1 の関係		範囲内	範囲内	範囲外

【0042】なお、表3中、d1、h1は上部段差構造の内径及び長さを表し、d2、h2は下部段差構造の内径及び長さを表す。

【0043】本発明品4及び5並びに比較品3の浸漬ノズルを用いて鋳造テストを行った後、浸漬ノズルを回収してアルミナ付着状況を確認した。なお、鋳造テストに用いた連铸機は単ストランドタイプであり、鋳造した鋼の平均組成は、C：約0.02重量%、Mn：約0.2重量%、Al：約0.04重量%、N：0.003重量%を有するものであった。回収した浸漬ノズルは縦方向に切断し、図4(a)及び(b)に示すI、J、Kの3点でアルミナ付着厚を測定した。表4に鋳造条件及びアルミナ付着厚の測定結果を示す。

【0044】

【表4】

【0046】実施例3

以下の表5に記載する本発明品及び比較品の浸漬ノズルを製作し、実炉での鋳造テストを行った。製作した浸漬ノズルの形状を図5に示す。浸漬ノズルの形状は実施例1で用いた本発明品2の形状と同様であるが、比較品4は吐出口の断面積が本発明の範囲外のものである。ノズル本体の耐火材料には、アルミナ52重量%、シリカ1

8重量%、黒鉛29重量%、炭化珪素1重量%の組成を有するものを使用し、パウダーライン部の耐火材料には、ジルコニア83重量%及び黒鉛17重量%の組成を有するものを使用した。なお、表5中、d1、h1は上部段差構造の内径及び長さを表し、d2、h2は下部段差構造の内径及び長さを表す。本発明品6及び7並びに比較品4の浸漬ノズルを用いて鑄造テストを行った後、浸漬ノズルを回収してアルミナ付着状況を確認した。鑄造テストに用いた連鑄機は単ストランドタイプであり、鑄造した鋼の平均組成は、C：約0.03重量%、Mn：0.2重量%、Al：0.04重量%、N：0.003重量%を有するものであった。回収した浸漬ノズルは縦方向に切断し、図5に示すL、M、N、Oの各点及び図5に示す吐出孔周りのP、Qの点でアルミナ付着厚を測定した。表6に鑄造条件及びアルミナ付着厚の測定結果を示す。

【0047】

【表5】

* 表5

		本発明品		比較品
		6	7	4
段差数		2	2	2
段差構造のない部位の最小内径D(mm)		75	70	75
段差部内径(mm)	d1	65	60	65
	d2	63	58	63
段差長さ(mm)	h1	100	100	100
	h2	100	100	100
吐出孔断面積S2(cm ²)		112	112	144
溶鋼通過量Mと最小内径Dの関係		範囲内	範囲内	範囲内
溶鋼通過量Mと吐出孔断面積Sの関係		範囲内	範囲内	範囲外

【0048】

【表6】

*

表6

		チャージ数	鑄造時間(分)	溶鋼通過量M(t/分)	アルミナ付着厚(mm)					
					L	M	N	O	P	Q
テスト1	本発明品6	4	198	3.6	4	4	3	3	7	9
テスト2	本発明品7	4	190	3.7	4	3	2	2	5	9
テスト3	比較品4	4	195	3.5	4	5	3	3	15	18

【0049】

【発明の効果】本発明にわよれば、アルミナ閉塞を防止すると共に、浸漬ノズル内の溶鋼偏流を抑え、鑄片品質の向上を図ることができる段差付き浸漬ノズルを提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の段差付き浸漬ノズルの実施態様を表す図であり、(a)は段差構造が一段の浸漬ノズルを、(b)は段差構造が二段の浸漬ノズルをそれぞれ表す。

【図2】吐出孔の断面積S2(cm²)を説明する図である。

【図3】実施例1で製作した浸漬ノズルの形状を表す図であり、(a)は本発明品1の形状を、(b)は本発明品2

及び3並びに比較品2の形状を、(c)は比較品1の形状をそれぞれ表す。

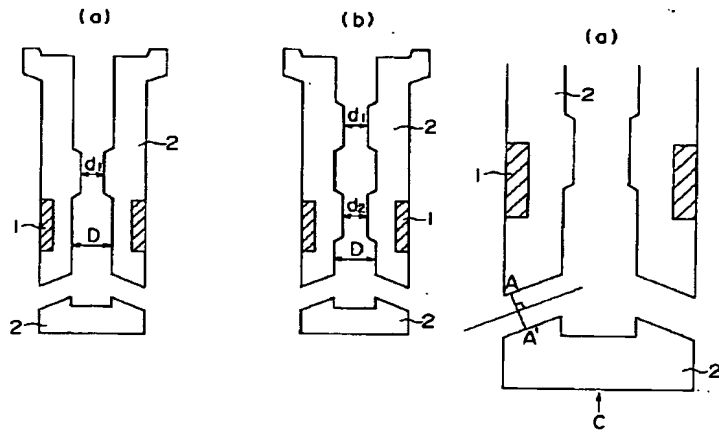
【図4】実施例2で製作した浸漬ノズルの形状を表す図であり、(a)は本発明品4の形状を、(b)は本発明品5及び比較品3の形状をそれぞれ表し、(c)は(a)のA-A'断面図であり、(d)は(a)のB-B'断面図であり、(e)は(b)のA-A'断面図であり、(f)は(b)のB-B'断面図である。

【図5】実施例3で製作した本発明品6及び7並びに比較品4の浸漬ノズルの形状を示す図である。

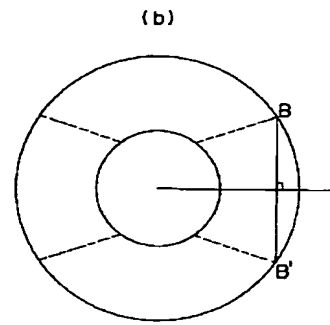
【符号の説明】

- 1 パウダーライン部
- 2 ノズル本体

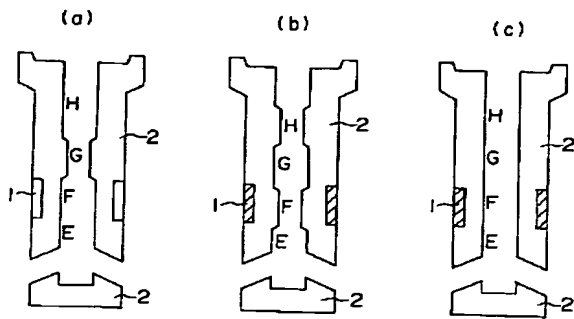
【図1】



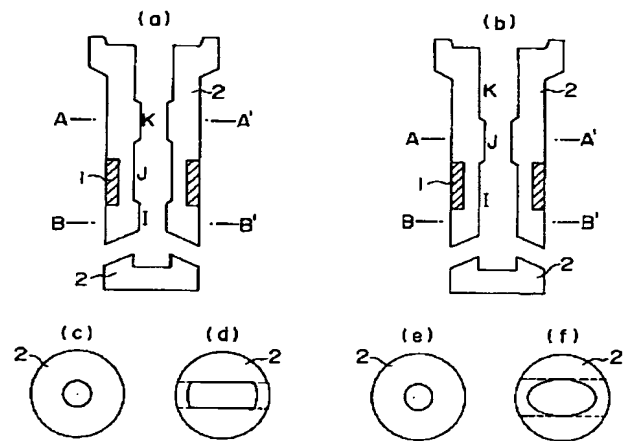
【図2】



【図3】



【図4】



【図5】

